



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**(21)(22) Заявка: **2009101723/02, 20.01.2009**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**20.01.2009**

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **20.01.2009**(43) Дата публикации заявки: **27.07.2010** Бюл. № 21(45) Опубликовано: **20.09.2011** Бюл. № 26(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: **RU 2343199 C1, 10.01.2009. RU 2119958 C1,  
10.10.1998. SU 46267 A1, 31.03.1936. SU  
1235898 A1, 07.06.1986.**

Адрес для переписки:

**620002, г.Екатеринбург, К-2, ул. Мира, 19,  
ГОУ ВПО "УГТУ-УПИ", Центр  
интеллектуальной собственности, Т.В. Маркс**

(72) Автор(ы):

**Лисиенко Владимир Георгиевич (RU),  
Сучков Андрей Владимирович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

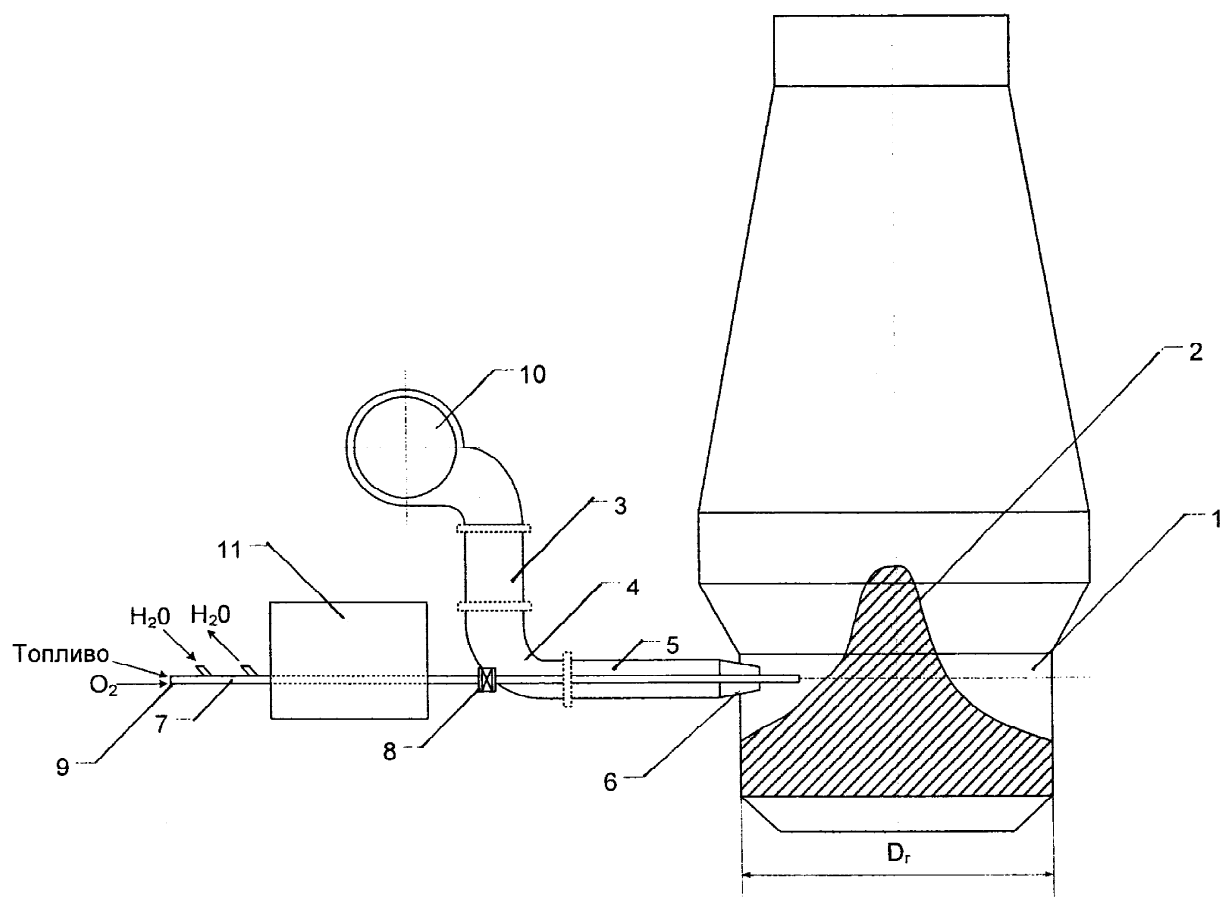
**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
"Уральский федеральный университет имени  
первого Президента России Б.Н. Ельцина"  
(RU)**

**(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ РАЗРУШЕНИЯ ТОТЕРМАНА В ДОМЕННОЙ ПЕЧИ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к области металлургии, в частности к доменному производству, и может быть использовано при выплавке чугуна в доменных печах с образовавшимся тотерманом. Устройство включает фурменный прибор и водоохлаждаемую газокислородную горелку, выполненную с возможностью перемещения в воздушную фурму доменной печи вдоль ее оси через отверстие с сальником в подвижном колене. Водоохлаждаемая газокислородная горелка выполнена из четырех труб, установленных одна в другую с осевой

симметрией, и имеет четыре боковых сопла. Боковые сопла расположены перпендикулярно продольной оси указанной горелки или под углом к ней, равным 45-60°. Выходы внутренней и промежуточной труб водоохлаждаемой газокислородной горелки образуют торцевые сопла для подачи соответственно кислорода и газа. Использование изобретения позволяет активно и своевременно разрушать тотерман на лещади доменной печи, что приводит к нормализации газодинамического режима в горне, повышению стойкости гарнисажа и футеровки горна и водоохлаждаемых фурм. 6 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

**(12) ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2009101723/02, 20.01.2009**(24) Effective date for property rights:  
**20.01.2009**

Priority:

(22) Date of filing: **20.01.2009**(43) Application published: **27.07.2010 Bull. 21**(45) Date of publication: **20.09.2011 Bull. 26**

Mail address:

**620002, g.Ekaterinburg, K-2, ul. Mira, 19, GOU  
VPO "UGTU-UPI", Tsentr intellektual'noj  
sobstvennosti, T.V. Marks**

(72) Inventor(s):

**Lisienko Vladimir Georgievich (RU),  
Suchkov Andrej Vladimirovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe avtonomnoe  
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego  
professional'nogo obrazovanija "Ural'skij  
federal'nyj universitet imeni pervogo Prezidenta  
Rossii B.N. El'tsina" (RU)**

**(54) DEVICE FOR DESTRUCTION OF DEADMAN IN BLAST FURNACE**

(57) Abstract:

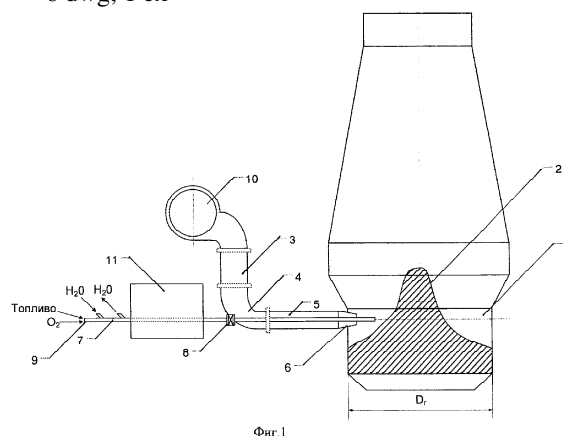
FIELD: metallurgy.

SUBSTANCE: device consists of tuyere apparatus and water cooled gas-oxygen burner transferred into air tuyere of blast furnace along its axis through orifice with seal in movable elbow. The water cooled gas-oxygen burner is made of four pipes set one into another with axial symmetry and has four side nozzles. Side nozzles are arranged perpendicular to lengthwise axis of the said burner or at angle to it equal to 45-60°. Outlets of internal and intermediate pipes of water cooled gas-oxygen burner form end nozzles for supply of correspondingly oxygen and gas.

EFFECT: active and timely destruction of deadman on bed of blast furnace resulting in

normalisation of gas-dynamic mode in hearth, increased resistance of wall accretion and lining of hearth and water cooled tuyeres.

6 dwg, 1 ex



Изобретение относится к металлургии, в частности к доменному производству, и может быть использовано при выплавке чугуна в доменных печах с образовавшимся тотерманом.

Известны способы разрушения и предотвращения образования тотермана (загромождения осевой части горна) в доменной печи [1-4]. В [1] представлена расчистка горна доменной печи от тотермана во время капитального ремонта печи, однако недостатком этого способа является невозможность его использования по ходу функционирования доменной печи. Известны способы предотвращения образования тотермана путем наведения разжижающих шлаков (добавка в шихту оксидов железа и марганца), уменьшения содержания оксидов титана в шихте [2-6]. При переработке титаномагнетитов прибегают к уменьшению объема доменных печей [5, 6]. Недостатком этих способов является недостаточное воздействие на процессы образования и разрушения тотермана.

Устройства, позволяющие эффективно разрушать тотерман во время работы доменной печи, неизвестны.

Задача заключается в следующем: необходимо эффективное разрушение тотермана, который образуется в осевой части горна доменной печи в результате оседания недовосстановленного материала и тугоплавких соединений и препятствует нормальному движению газов и расплавов в нижней части печи.

При помощи заявленного устройства обеспечивается следующий технический результат: разрушение тотермана во время функционирования доменной печи, что, в свою очередь, способствует нормализации хода доменной печи, предотвращению аварийных ситуаций и улучшению показателей доменной плавки.

Для этого используется водоохлаждаемая газокислородная горелка, с помощью высокотемпературного пламени которой достигается расплавление тела тотермана. Предлагаемое расстояние, на которое может перемещаться водоохлаждаемая газокислородная горелка вглубь горна, позволяет достаточно глубоко проникать в тело тотермана для его разрушения. Использование кислорода и газа позволяет получить высокотемпературное пламя, разрушающее материал тотермана.

Применение торцевого сопла в водоохлаждаемой газокислородной горелке позволяет ей продвигаться вперед по мере разрушения тотермана, а четырех боковых сопел - эффективно разрушать тотерман в соответствующих направлениях.

Предлагаемое устройство для разрушения тотермана в доменной печи включает фурменный прибор и водоохлаждаемую газокислородную горелку с приводом, выполненную с возможностью перемещения вдоль оси воздушной фурмы через отверстие с сальником в подвижном колене в воздушную фурму доменной печи, причем максимальное перемещение вглубь горна доменной печи определяют из соотношения:

$$L=D_r/2+0,5 \text{ м,}$$

где  $D_r$  - диаметр горна доменной печи на уровне осей воздушных фурм, а водоохлаждаемая газокислородная горелка выполнена из четырех труб, установленных одна в другую с осевой симметрией, выходы внутренней и промежуточной газовой образуют торцевое сопло для подачи соответственно кислорода и газа и четыре боковых сопла, направленных перпендикулярно продольной оси водоохлаждаемой газокислородной горелки или расположенных к ней под углом  $\alpha=45-60^\circ$ , при этом расстояние от торца горелки до выходных отверстий боковых сопел составляет  $L_c=(1,5-2)D$  - диаметра водоохлаждаемой газокислородной горелки.

Рассмотрим ряд заявленных количественных признаков. Максимальное перемещение вглубь горна доменной печи при разрушении тотермана принято равным  $L=D_r/2+0,5$  м, так как меньшие значения перемещения недостаточны для гарантированного разрушения тотермана. Большие значения этого перемещения могут привести к изгибу корпуса водоохлаждаемой газокислородной горелки, а также ее пламя может повредить гарнисаж и футеровку противоположной стенки горна. Диапазон возможных наклонов боковых сопел под углом  $\alpha=45-60^\circ$  обусловлен тем, что при меньших значениях пламя боковых сопел недостаточно проникает в боковых (поперечных) направлениях, что при большом размере тотермана может не позволить разрушить его полностью. Большие значения наклона дают слишком малый наклон пламени в направлении движения водоохлаждаемой газокислородной горелки, фактически не способствуя продольному продвижению. В таком случае актуальным является использование перпендикулярного расположения боковых сопел. Расположение выходных отверстий боковых сопел на расстоянии  $L_c=(1,5-2)D$  от торца водоохлаждаемой газокислородной горелки обусловлено тем, что при большем расстоянии необходимо значительное продвижение водоохлаждаемой газокислородной горелки внутрь тотермана для начала воздействия пламени боковых сопел. Учитывая ограничение на максимальное перемещение ее вглубь горна, часть тотермана при этом может остаться неразрушенной. При меньшем расстоянии от боковых сопел до ее торца конструктивно не обеспечивается достаточное охлаждение из-за нарушения циркуляционных потоков воды.

Водоохлаждаемая газокислородная горелка (см. фиг.1-5) является многосопловой газокислородной горелкой, развивающей температуру пламени не менее  $2500-2800^\circ\text{C}$ , что является необходимым условием разрушения материала тотермана.

Водоохлаждаемая газокислородная горелка имеет выходные сопла: одно сопло расположено по оси воздушной фурмы доменной печи (торцевое) и четыре боковых сопла, расположенных либо перпендикулярно этой оси во взаимоперпендикулярных направлениях (см. фиг.4), либо под углом  $\alpha=45-60^\circ$  к продольной оси водоохлаждаемой газокислородной горелки (фиг.5).

Сопла обеспечены центральным подводом кислорода и периферийным подводом топлива, например природного газа. Периферийный подвод топлива осуществляется кольцевым каналом или отдельными отверстиями.

Общая длина водоохлаждаемой газокислородной горелки составляет

$$L_T=L+L_{п.к.}+L_c+L_{ф.},$$

где  $L_{п.к.}$ ,  $L_c$  и  $L_{ф.}$  - длины подвижного колена, сопла и воздушной фурмы фурменного аппарата доменной печи соответственно.

Водоохлаждаемая газокислородная горелка вводится в фурменный аппарат через торцевую часть подвижного колена и встраиваемый сальник (см. фиг.1 и 3). Ее движение от сальника в подвижном колене до боковой поверхности тотермана и далее вглубь его тела должно обеспечиваться приводом; предлагается вариант такой системы, включающий двигатель постоянного тока, лебедку, тросы, держатели, монорельс и тележку монорельса (см. фиг.3).

Известно, что сила тока в обмотке якоря двигателя постоянного тока зависит от нагрузки (механического момента) двигателя [7]. При встрече с препятствием в виде тотермана нагрузка на двигатель резко возрастает, что приводит в режиме электромагнитного торможения к скачкообразному увеличению тока в обмотке якоря двигателя. Этот сигнал является импульсом для включения подачи топлива и кислорода на водоохлаждаемую газокислородную горелку.

Расположение сопел водоохлаждаемой газокислородной горелки обеспечивает ее проникновение внутрь тотермана и его разрушение как в продольном направлении, так и разрушение в поперечном направлениях. После разрушения тотермана подача кислорода и природного газа отключается. Устройство также оборудовано датчиком

давления подаваемой на охлаждение воды и отсечки ее подачи в случае падения давления воды, что является признаком возможного прогара водоохлаждаемой газокислородной горелки.

Как вариант, боковые сопла водоохлаждаемой газокислородной горелки

расположены под углом  $\alpha=45-60^\circ$  к ее продольной оси. Такое расположение сопел облегчает ее проникновение вглубь тотермана в случае большой твердости его материала благодаря направленному кумулятивному действию боковых сопел на материал тотермана.

Водоохлаждаемая газокислородная горелка используется на доменной печи

периодически, например, один раз в месяц. После ее использования место ее ввода в подвижное колено фурменного аппарата (у сальника) закрывается герметичной крышкой.

Предлагаемое устройство показано на фиг.1-6. На фиг.1 изображена доменная печь с устройством для разрушения тотермана: горн доменной печи 1, тотерман 2, элементы фурменного прибора: неподвижное колено 3, подвижное колено 4, сопло 5, воздушная фурма 6, а также водоохлаждаемая газокислородная горелка 7, сальник 8, подача топлива и кислорода 9, кольцевой воздухоподогреватель 10, привод горелки 11. Фиг.2 - фурменный очаг 12, исходная поверхность тотермана 13. На фиг.3

представлено устройство привода: подвеска 14, зажимы 15, тележка монорельса 17, монорельс 16, лебедка 18, электродвигатель постоянного тока 19, тянущие тросы 20.

На фиг.4 и 5 представлена конструкция водоохлаждаемой газокислородной горелки. Она включает водоохлаждаемый кожух 21, сопла для подачи кислорода 22 и топлива 23 осевой части водоохлаждаемой газокислородной горелки и боковые сопла для подачи кислорода 24 и топлива 25.

На фиг.6 представлена блок-схема включения и отключения подачи топлива и кислорода, а также отсечки подачи воды в водоохлаждаемую газокислородную горелку. Она включает двигатель 26, амперметр 27 в обмотке якоря двигателя, программный контроллер 28, исполнительные механизмы 31, регулирующие краны 32; подачу в водоохлаждаемую газокислородную горелку: топлива 29, кислорода 30 и воды 33, датчик давления воды 34 и отсечной клапан 35.

Устройство работает следующим образом (фиг.1-6).

Водоохлаждаемая газокислородная горелка 7 диаметром  $D=(0,5-0,7)D_\phi$  ( $D_\phi$  - диаметр выходного сечения воздушной фурмы 6 доменной печи) через сальник 8 вставляется в отверстие в подвижном колене 4). В водоохлаждаемую газокислородную горелку подаются через гибкие шланги топливо, кислород 9 и охлаждающая вода.

Водоохлаждаемая газокислородная горелка снабжена торцевым соплом, направленным вдоль оси воздушной фурмы и боковыми соплами, расположенными перпендикулярно этой оси (фиг.4) или под углом  $\alpha=45-60^\circ$  к продольной оси фурмы (фиг.5). За счет воздействия высокотемпературного пламени обеспечивается прохождение водоохлаждаемой газокислородной горелки внутрь тела тотермана, срез его верхней части и одновременно разрушение верхней и нижней частей тотермана. С использованием электродвигателя 19, лебедки 18, тросов 20, держателей 14 монорельса 16 и монорельсовой тележки 17 (фиг.3) водоохлаждаемая газокислородная

горелка вводится через воздушную фурму 6 в рабочее пространство горна 2 доменной печи и движется вглубь горна по оси воздушной фурмы. При встрече водоохлаждаемой газокислородной горелки 7 с телом тотермана 2 (фиг.3) ток якоря обмотки двигателя 26 (фиг.6) резко возрастает из-за увеличения нагрузки на двигатель вследствие входа его в режим торможения, что фиксируется амперметром 27 (фиг.6). При этом программный контроллер 28 через исполнительные механизмы 31 и регулирующие краны 32 обеспечивает подачу топлива и кислорода, необходимые для работы водоохлаждаемой газокислородной горелки. Происходит разрушение тотермана под действием высокотемпературного пламени. Ход водоохлаждаемой газокислородной горелки внутри горна составляет  $L = \frac{D_{\Gamma}}{2} + 0,5 \text{ м}$ , где  $D_{\Gamma}$  - диаметр горна.

В случае падения давления при подаче воды 33 для водоохлаждаемой газокислородной горелки (фиг.6), что является признаком прогара горелки, отсечные клапаны 34 и 35 прекращают подачу воды, одновременно дается команда двигателю 26 на экстренный вывод водоохлаждаемой газокислородной горелки.

После разрушения тотермана подача топлива, кислорода и электроэнергии на водоохлаждаемую газокислородную горелку прекращается и она выводится из рабочего пространства горна, а отверстие в торце подвижного колена перекрывается герметичной крышкой.

Необходимо отметить, что указанные действия, описывающие работу предлагаемого устройства, осуществляются во время функционирования доменной печи в обычных условиях. Упомянутые улучшения, такие как нормализация хода доменной печи, снижение аварийной опасности и улучшение показателей доменной плавки обеспечиваются за счет устранения тотермана. В этом случае улучшается газодинамика процесса в горне, восстанавливается тепловой режим, прекращаются прогары воздушных фурм. В качестве улучшения показателей доменной плавки в результате разрушения тотермана можно отметить снижение расхода кокса, снижение содержания серы в чугуне, стабилизация состава и температуры чугуна.

Операцию разрушения тотермана проводят периодически, например, 1 раз в месяц, при этом следует учитывать, что симптомами появления тотермана на лещади доменной печи являются: повышение перепада температур охлаждающего воздуха на фурмах доменной печи, нарушение центрального хода доменной печи, повышенный износ футеровок горна [1].

Пример реализации.

Доменная печь объемом 2200 м<sup>3</sup>.

Диаметр горна  $D_{\Gamma}=6$  м. Высота образовавшегося тотермана над уровнем оси воздушных фурм 1 м.

Диаметр выходного сечения воздушной фурмы  $D_{\Phi}=200$  мм.

Наружный диаметр водоохлаждаемой газокислородной горелки  $D=0,65 \cdot D_{\Phi}=130$  мм.

Расстояние от ее торца до выходных отверстий боковых сопел составляет  $L_c=1,75 \cdot D=1,75 \cdot 130=227,5$  мм.

Водоохлаждаемая газокислородная горелка через сальник и отверстие в подвижном колене фурменного аппарата выдвигается с помощью механизма к боковой поверхности тотермана на расстояние от боковой поверхности горна 2,6-2,7 м. Это расстояние только начального перемещения до боковой поверхности тотермана, которое меньше максимального, определяемого соотношением  $L=D_{\Gamma}/2+0,5$  м. При соприкосновении торца водоохлаждаемой газокислородной горелки с боковой

поверхностью тотермана возрастает нагрузка на двигатель постоянного тока, при этом возрастает ток в обмотке якоря двигателя, фиксируемый амперметром. При этом программный контроллер включает исполнительные механизмы подачи природного газа и кислорода. Расход природного газа - до 2000 м<sup>3</sup>/ч, расход кислорода для стехиометрического соотношения 4000 м<sup>3</sup>/ч. При этом температура пламени водоохлаждаемой газокислородной горелки составляет 2500-2800°С. По мере прорезания тела тотермана и его разрушения водоохлаждаемая газокислородная горелка продвигается вперед на расстояние до 3,5 м от боковой стенки горна и при этом подача природного газа и кислорода прекращается. Водоохлаждаемая газокислородная горелка выводится из горна доменной печи. При необходимости повторного разрушения тела тотермана водоохлаждаемая газокислородная горелка используется повторно, в этом случае подача природного газа и кислорода осуществляется вручную. При затруднениях с продвижением водоохлаждаемой газокислородной горелки вглубь тотермана (например, если он состоит из твердых тугоплавких соединений) используется ее вариант с боковыми соплами, расположенными под углом  $\alpha=50^\circ$  к продольной оси горелочной фурмы, что позволяет усилить воздействие в продольном направлении.

В случае невозможности проникновения водоохлаждаемой газокислородной горелки глубоко в тело тотермана устройство используется для частичного разрушения тотермана вблизи фурменного очага. Это позволяет освободить пространство вблизи фурменного очага и улучшить ход доменной печи (фиг.2). В этом случае ход водоохлаждаемой газокислородной горелки внутрь горна составляет 1,5-2 м.

Применение предлагаемого устройства позволяет активно и своевременно разрушать тотерман на лещади доменной печи, что приводит к нормализации газодинамического режима в горне, повышению стойкости гарнисажа и футеровки горна и водоохлаждаемых фурм, обеспечивает снижение расхода кокса и улучшение других технико-экономических показателей доменной плавки.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ

1. Жеребин Б.Н., Пареньков А.Е., Бабанакоев В.В. Неполадки и аварии в работе доменных печей / Под ред. В.Г.Лисиенко. Екатеринбург: УГТУ - УПИ, 2001. - 397 с.
2. Вегман Е.Ф., Жеребин Б.Н., Похвистнов А.Н. и др. Металлургия чугуна. Учебник для вузов. М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. - 774 с.
3. Марсуверский Б.А., Рудин В.С., Филиппов В.В. и др. Совершенствование технологии выплавки ванадиевого чугуна регулированием процесса восстановления оксидов титана // Сталь, 1995, №1. С.7-10.
4. Гаврилюк Г.Г., Леконцев Ю.А., Абрамов С.Д. Доменная плавка титаномагнетитов. Тула: АССОД, 1997. - 216 с.
5. Лисиенко В.Г., Соловьева Н.В., Трофимова О.Г. Альтернативная металлургия: проблема легирования, модельные оценки эффективности. М.: Теплотехник, 2007. - 440 с.
6. Смирнов Л.А., Дерябин Ю.А., Шаврин С.В. Металлургическая переработка ванадийсодержащих титаномагнетитов. Челябинск: Металлургия, Челябинское отделение, 1990. - 256 с.
7. Касаткин А.С., Немцов М.В. Электротехника. Учебное пособие для вузов. М.: Энергоатомиздат, 1983. - 440 с.
8. Лисиенко В.Г., Щелоков Я.М., Ладыгичев М.Г. Плавильные агрегаты: теплотехника, управление и экология. Справочное издание в 4-х книгах. Кн. 1 / Под



ред. В.Г.Лисиенко. М.: Теплотехник, 2005. - 768 с.

### Формула изобретения

5 Устройство для разрушения тотермана в доменной печи, содержащее фурменный прибор и водоохлаждаемую газокислородную горелку с приводом, выполненную с  
возможностью перемещения в воздушную фурму доменной печи вдоль ее оси через  
отверстие с сальником в подвижном колене с максимальным перемещением вглубь  
горна доменной печи, равным  $L=D_r/2+0,5$  м, где  $D_r$  - диаметр горна доменной печи на  
10 уровне осей воздушных фурм, м, при этом водоохлаждаемая газокислородная горелка  
выполнена из четырех труб, установленных одна в другую с осевой симметрией,  
выходы ее внутренней и промежуточной труб образуют торцевые сопла для подачи,  
соответственно, кислорода и газа, и имеет четыре боковых сопла, направленных  
15 перпендикулярно продольной оси водоохлаждаемой газокислородной горелки или  
под углом к этой оси  $\alpha=45-60^\circ$ , при этом расстояние от торца водоохлаждаемой  
газокислородной горелки до выходных отверстий боковых сопел составляет  $L_c=(1,5-2)D$ , где  $D$  - диаметр водоохлаждаемой газокислородной горелки.

20

25

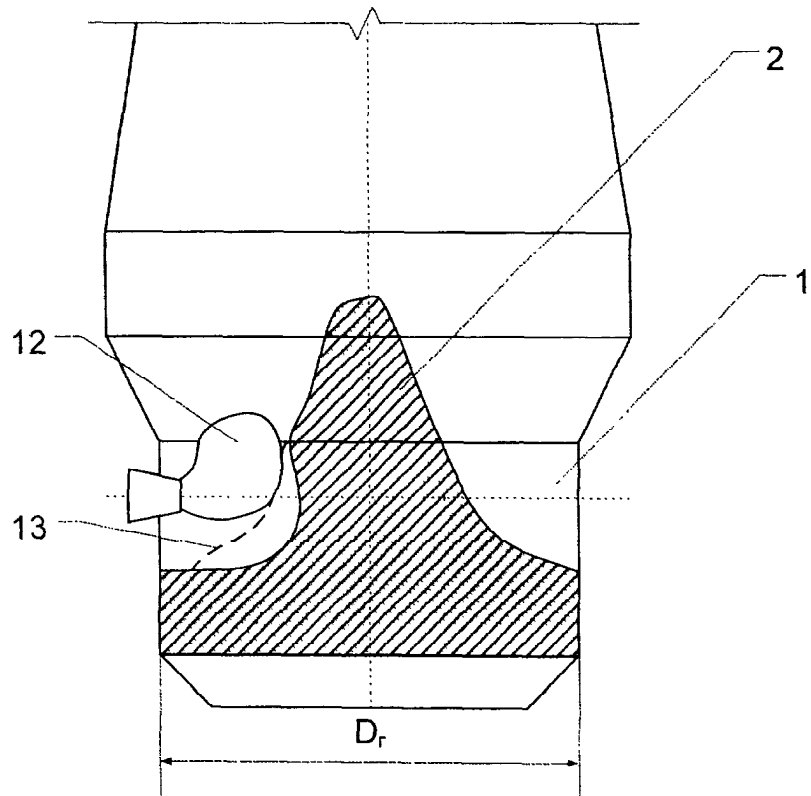
30

35

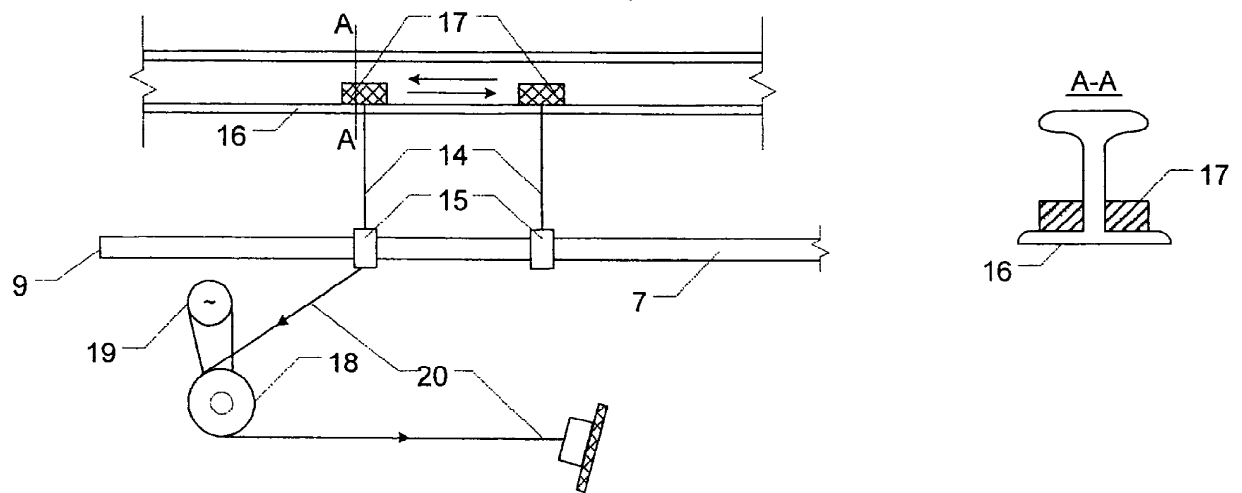
40

45

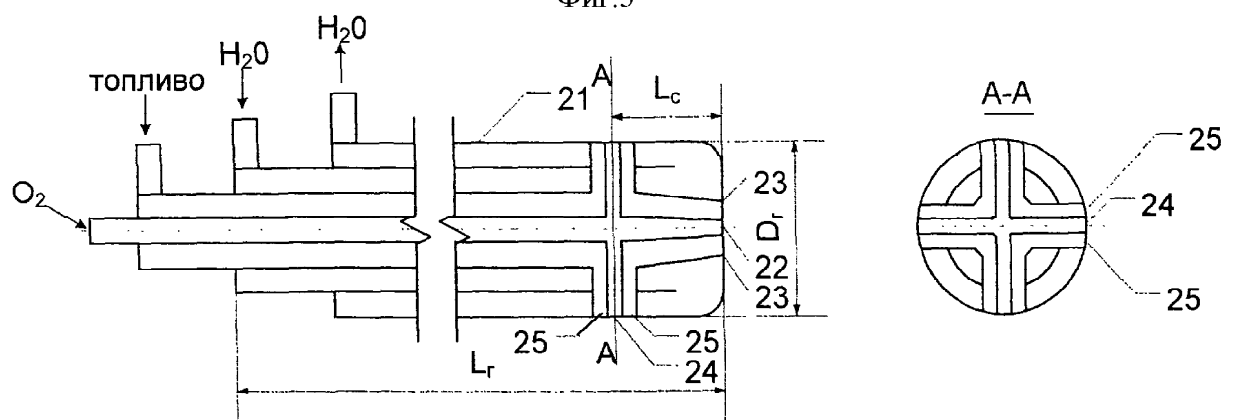
50



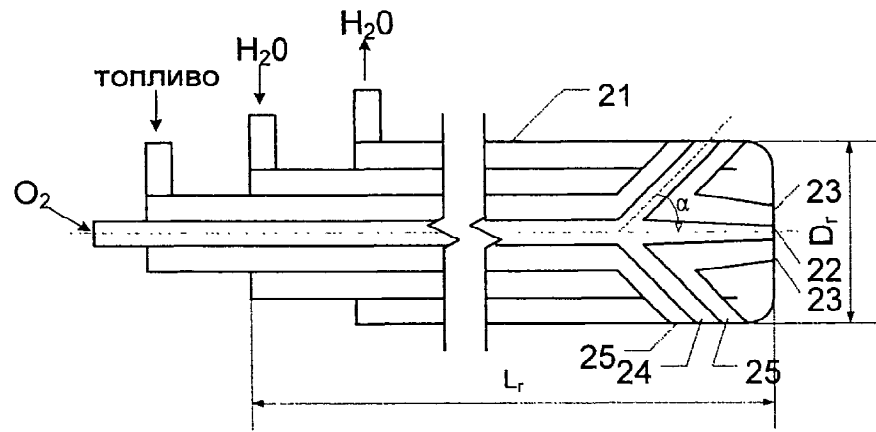
Фиг.2



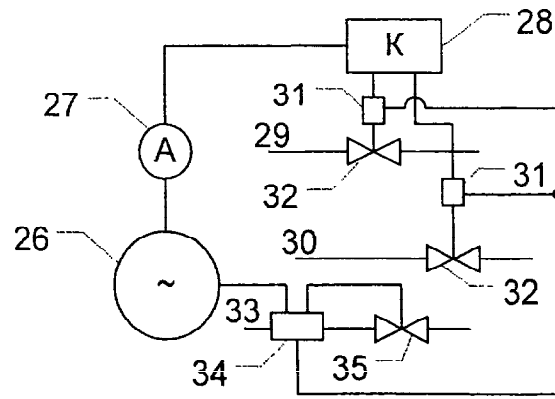
Фиг.3



Фиг.4



Фиг.5



Фиг.6